

Aus den Laboratorien für experimentelle Gastroenterologie
Abteilung für Gastroenterologie

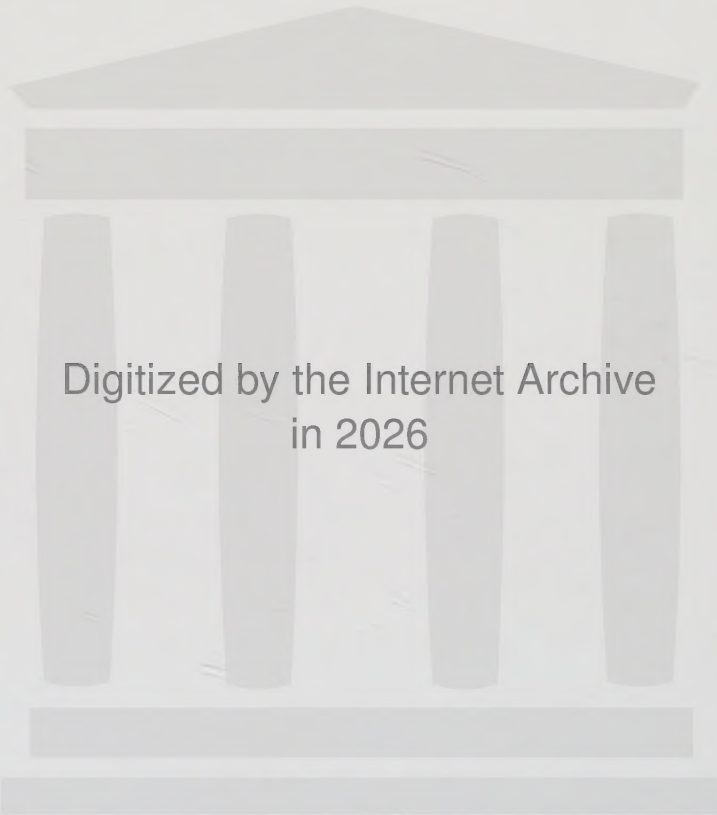
(ehem. Leiter: Priv. Doz. Dr. med. G. Volkheimer)

**Quantitative Untersuchungen zur Persorption fester
Partikel unter Beeinflussung der Zottenmotorik**

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der
Medizinischen Fakultät der
Justus Liebig - Universität Gießen

vorgelegt von
Wulf Rothenbacher
aus Finsterwalde

1971



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545921_0037

Aus den Laboratorien für experimentelle Gastroenterologie
Abteilung für Gastroenterologie

(ehem. Leiter: Priv. Doz. Dr. med. G. Volkheimer)

**Quantitative Untersuchungen zur Persorption fester
Partikel unter Beeinflussung der Zottenmotorik**

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der
Medizinischen Fakultät der
Justus Liebig - Universität Gießen

vorgelegt von
Wulf Rothenbacher
aus Finsterwalde

1971

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Justus Liebig - Universität zu Giessen

Dekan: Professor Dr. Hj. Staudinger

Referent: Professor Dr. H.-G. Lasch

Korreferent: Professor Dr. K. Kunze



Inhaltsverzeichnis

I. Historie	S. 2
II. Problemstellung	S. 9
III. Material und Methodik	S. 10
A. Modellkörper	S. 10
B. Pharmaka	S. 12
C. Versuchsperson	S. 15
D. Kurzer Abriß der Versuchsdurchführung	S. 15
E. Sauberkeit und weitgehendste Ausschaltung von Fehlermöglichkeiten durch Verunreinigung	S. 15
F. Versuchsanordnung	S. 16
G. Versuchsdurchführung	S. 21
IV. Diskussion der Ergebnisse	S. 39
V. Zusammenfassung	S. 48
VL. Literaturnachweis	S. 49

I. Historie

Schon Mitte des 19. Jahrhunderts befaßte man sich mit dem Vorgang des Eindringens fester unlöslicher Partikel aus dem Darmlumen in die Darmschleimhaut. Dabei konnten einige bemerkenswerte Vorgänge beobachtet werden. Die Ergebnisse dieser Versuche standen weit entfernt von den Vorstellungen, welche man sich zur damaligen Zeit von der Resorption und der Durchlässigkeit der Darmschleimhaut machte.

1843 flößte Gustav Herbst einem Hund eine Stärkemehlsuspension ein. Nach 3 Stunden entnahm er Chylus und Blut. Den Chylus hatte er den mesenterialen Lymphbahnen und dem Ductus thoracicus entnommen. Das Blut entnahm er direkt der rechten Herzkammer. In beidem identifizierte er mittels Jodfärbung und mikroskopischen Untersuchungen eindeutig unverdaute und gänzlich unveränderte Stärkekörner.

Mit diesem Versuch war erstmalig der Übertritt fester ungelöster Partikel von dem Darmlumen via Ductus thoracicus in das Blut beobachtet worden.

3 Jahre später, 1846, beobachtete der Dorpoter Kliniker O e s t e r l e n den Imigrationsvorgang von Korpuskeln, in diesem Falle Holzkohlepartikel, aus dem Darmtrakt in die Blutbahn.

Auch Eberhard befaßte sich mit ähnlichen Fragen und kontrollierte die Feststellungen O e s t e r l e n s.

Weiterhin befassten sich auch D o n d e r s, M e n s o n i d e s, M a r f e l s und M o l e s c h o t t mit dieser Problematik.

Erst 50 Jahre später, 1905, griff die damalige Assistentin der II. Medizinischen Universitätsklinik in der Charité in Berlin, Rahel H i r s c h (1870 - 1953), die Versuche erneut auf. Sie entdeckte als erste den Ausscheidungsweg der Stärkekörner vom Blut in den Urin.

1911 prüfte der Physiologe V e r z à r am Physiologisch - Chemischen Institut der Universität Budapest mit großer Skepsis die H i r s c h' s c h e n Untersuchungen.

H i r s c h und V e r z à r machten äußerst interessante Angaben über das Schicksal der Stärkekörner im Organismus. Mit dem Weg der Partikel über Chymus und Chylus in das Blut beschäftigten sie sich nicht direkt, was aber für die Aussagekraft ihrer Versuchsergebnisse unwesentlich war. Sie erwiesen eindeutig, ganz besonders V e r z à r durch seine subtilen Versuche, daß das einst von H e r b s t entdeckte Phänomen reproduzierbar ist.

Trotz all dieser beweisender Erkenntnisse über das Verhalten fester ungelöster Partikel im Organismus ruhte die wissenschaftliche Arbeit an diesem Problem wieder ein halbes Jahrhundert. Dies ist um so unverständlicher, als ja ein völlig neuer Gedanke in die Medizin gelangt ist.

1960 bestätigte V o l k h e i m e r die Versuche von H e r b s t, H i r s c h und V e r z à r.

Mit viel Arbeitsaufwand wurden jetzt diese Untersuchungen von einer Gruppe um V o l k h e i m e r unter dem Arbeitstitel "Persorption" weitergeführt. Es konnten folgende Beobachtungen gemacht werden: oral und rectal applizierte Modellkörper in einer Größe von 5, μm und 150, μm werden durch die Darmschleimhaut geknetet. Partikel in der Größe von 7 - 70, μm sind für Experimente am besten geeignet. Die Partikel gelangen sowohl über die mesenterialen Lymphgefäße via Ductus thoracicus, wie auch auf portalen Transportwegen in das venöse Blut und verteilen sich dann über den arteriellen Kreislauf im Organismus.

Als Modellkörper wurden verwandt:

- a) Polyvinylchlorid (PVC) - Kügelchen einer bestimmten leicht erkennbaren Form (PVC - SP - Schkopau) mit einer Größenverteilung zwischen 5 und 110 Mikron Durchmesser.
- b) Lycopodium, das eine typische Oberflächenstruktur aufweist, mit einem Durchmesser von 40 Mikron.
- c) Diatomeen in fossilen (Kieselgur) oder rezenten Formen, deren Durchmesser zwischen 3 und 70 Mikron liegt. Zu Resorptionsversuchen wurde Kieselgur "ea table quality" verwendet, wie sie in der Nahrungsmittelindustrie zu Filterzwecken gebraucht werden.
- d) Stärkekörner verschiedener Herkunft: Maisstärke (Durchmesser 5 - 22 Mikron), Kartoffelstärke (Durchmesser 9 - 70 Mikron), zu einigen Versuchen auch Weizen- und Reisstärkekörner.
- e) Hefezellen (Bäckerhefe mit einem Durchmesser von 5 - 6 Mikron).
- f) Pflanzenzellen, wie zum Beispiel Steinpilzpulver und Sporen verschiedener Pflanzen, die durch ihre Form eindeutig identifizierbar sind.
- g) Pollen

Die Modellkörper lassen sich folgendermaßen nachweisen:

Im Lichtmikroskop leicht erkennbar sind:

PVC - Kügelchen, Diatomeen, Pflanzenzellen.

Nach Anfärbung leicht erkennbar sind:

Stärkekörner, deren verschieden Arten sich gleich verhalten. Die Färbung erfolgt mittels der Jodreaktion in Flüssigkeiten und mit der PAS - Färbung im histologischen Schnitt.

Die polarisationsoptische Darstellung der Stärkekörner ist sehr eindrucksvoll. Durch Kulturverfahren lassen sich Hefezellen auf Bierwürznährböden nachweisen.

Der Vorgang der Persorption ist ein Nebeneffekt bei der Darmpassage, der einer Summe von "Mikro-Unfällen" an der Epithelschicht des Verdauungstraktes gleich kommt. Wir finden Persorptionsvorgänge nur dort, wo einschichtiges Epithel die Mucosa des Digestionstraktes deckt. Die Übertrittsrate ist von der motorischen Aktivität des Digestionstraktes, von der Stärke, Menge und Größe der Partikel abhängig.

Die Partikel gelangen nicht durch Resorptionszellen durch die Darmwand sondern eindeutig zwischen den Zellen der Epithelschicht hindurch in die subepithelialen Regionen. Dies geschieht vorwiegend im Bereich der Desquamationszonen des Epithels. Von den subepithelialen Regionen aus gelangen die Partikel weiter in basale Bezirke. In den tieferen Schichten der Mucosa und Submucosa findet man dann Partikel im Lumen von Blut und Lymphgefäßen. Der weitere Weg ist über den Chylus in den Ductus thoracicus, aber auch direkt über die Leber in das zirkulierende Blut.

Die quantitative Bestimmung der Persorptionsrate am Menschen wurde mit Stärkekörnern durchgeführt. Oral verabreichte ungequollene Stärke findet sich schon nach 10 Minuten in einem ersten Maximum im Blut. Die Anzahl der Stärkekörner sinkt dann schnell wieder ab, um etwa nach 90 bis 120 Minuten ein erneutes Maximum zu erreichen. Danach sinken die Werte langsam ab, um bei ca. 230 Minuten ein erneutes vorübergehendes Ansteigen zu zeigen. Nach 8 Stunden findet man wenige, nach 48 selten noch ein Stärkekorn.

Verabreicht man verschiedene Mengen von Stärke (100, 200, 300 g) so findet man im Blut keine deutlichen Mengenunterschiede. Dies spricht für eine physiologische Grenze der Partikel aufnehmenkapazität des Digestionstraktes.

Dem Schlaf-Wach-Rhythmus ist die Persorption auch untergeordnet. Im physiologischen Tiefschlaf finden sich höhere Persorptionswerte, im barbiturent-induzierten Schlaf weniger als unter Normalbedingungen.

Zur individuellen Variation ist folgendes zu sagen: Unter den gleichen Versuchsbedingungen kann die Menge der persorbierten Partikel im Blut bei verschiedenen Versuchspersonen deutlich abweichen. Werden die Untersuchungen aber an ein und derselben Person durchgeführt, zeigen sie eine erstaunliche Konstanz.

Man kann verschiedene individuelle Kurventypen nachweisen. Es ist noch nicht geklärt, warum der eine - unter gleichen Bedingungen - höhere Persorptionswerte bietet als der andere.

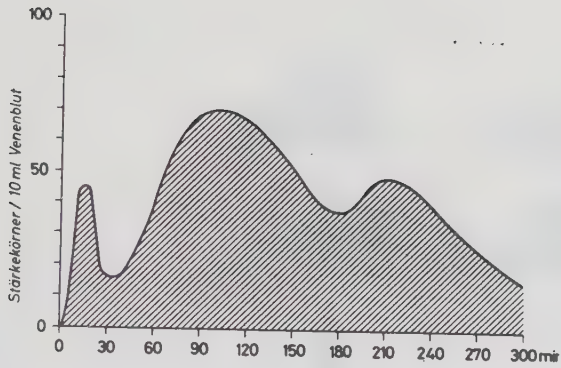


Abb.: 1

Typische Persorptionskurve bei jugendlichen Probanden.
Anzahl der Stärkekekörner in je 10 ml Venenblut nach
Einnahme von 200 g Stärke.

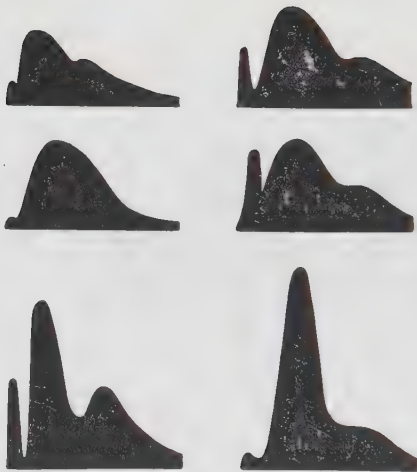


Abb.: 2

Individuelle Unterschiede der Persorptionsrate nach
Verabreichung gleicher Gewichtsmengen Stärke bei
verschiedenen Versuchspersonen (Kurvenbasis 4 Stunden).

II. Problemstellung

Die vorliegende Arbeit soll die Frage klären, ob die Persorptionsrate unter Beeinflussung der Darmmotorik verändert werden kann. Zur Hemmung der Motorik wurde Atropin verwendet, ihrer Stimulierung sollten Versuche mit Neoeserin und Coffein Verwendung finden. Um eine Vergleichbarkeit der Befunde zu erhalten, wurden sämtliche Untersuchungen im Selbstversuch angestellt.

III. Material und Methodik

A. Modellkörper

An die Modellkörper müssen folgende Anforderungen gestellt werden:

1. Die Partikel müssen eine Größe zwischen 5 - 100 Mikron aufweisen.
2. Die Partikel müssen unverwechselbar zu identifizieren sein. Sie dürfen keine Ähnlichkeit mit körpereigenen Substanzen haben. Ihr Erkennen soll leicht und sicher sein; möglichst wenige labor-technische Anforderungen stellen.
3. Die Partikel sollen - falls sie im Versuch am Menschen verwendet werden - gesundheitlich unbedenklich sein. Dieser Passus verliert an Wichtigkeit, wenn es sich um einen Tierversuch handelt.
4. Die Partikel müssen im Darm möglichst wenig verdaulich sein.

Zu dieser Arbeit wurden Maisstärkekörner als Modellkörper verwendet.

Stärke ist ein normaler Bestandteil der Nahrung. Stärke kann auf zweierlei Weise identifiziert werden. Der polarisationsoptischen Möglichkeiten gebührt der Vorzug. Die Korpuskeln können durch Größe, Form und Struktur leicht von körpereigenen Strukturelementen unterschieden werden.

1. Größe : Maisstärke im Durchmesser 5 - 22 Mikron
2. Form : Maisstärkekörner sind drehrund und haben einen scharf abgrenzbaren Rand.
3. Struktur: Es lassen sich deutlich 4 hellere Quadranten, getrennt durch ein "Malteserkreuz;" beobachten.

Durch Drehung der Polarisationssebene im Polarisationsmikroskop erscheinen die Stärkekörner als leuchtende Punkte auf dunklerem Grund. Stärke ist optisch aktiv und dreht das polarisierte Licht. Bei entsprechender Vergrößerung, ca. 120-fach, sind die Stärkekörner nicht mehr zu übersehen.

Die Wahl zwischen Kartoffel- und Maisstärke traf ich in diesem Fall zugunsten der Maisstärke. 200g Maisstärke enthalten etwa 48 Milliarden Stärkekörner. In der gleichen Menge Kartoffelmehl sind nur etwa 2,4 Milliarden Stärkekörner enthalten.

Vorbedingungen für das Auffinden von Modellkörpern im strömenden Blut sind:

1. Eine genügende Anzahl von Modellkörpern im Darm.
Bei Verabreichung von 200g Maisstärke, also 48 Milliarden Körper, ist dieser Forderung Genüge getan.
2. Die Entnahme des Blutes muß in einer bestimmten Zeitspanne nach der Verabreichung der Stärke geschehen. Der Zeitpunkt, zu dem relativ viele Stärkekörner im Blut zu finden waren, galt gesucht zu werden.
3. Die Untersuchungsmethode muß das quantitative Auffinden der vorhandenen Modellkörper garantieren.

B. Pharmaka

Die Steuerung der Darmmotilität bzw. der Zottenmotorik wurde durch verschiedene Pharmaka vorgenommen.

a) Atropin

Zur Anwendung kam Atropinum sulfuricum 0,0005 pro Injektion.

Atropin bzw. 1-d-Hydroxylamin lähmt die Nervenendigungen des parasympathischen Nervensystems. Im Auge kommt es zur Erweiterung der Pupillen, Steigerung des intraokulären Druckes und Akkomodationslähmung. Die Bronchien stellen sich weiter, und Spasmen lösen sich. Die Speichel- und Schweißsekretion wird gehemmt. Das Herz wird beschleunigt und Gefäßkrämpfe beseitigt. Im Magen-Darm-Trakt führt Atropin zu deutlicher Peristaltikhemmung und Verminderung des Tonus der glatten Muskulatur. Der Mastdarm sowie die Blase verlieren ebenfalls an Tonus.

Um zu vermeiden, daß sich die Stärke nach Passage des Oesophagus in dem durch das Atropin atonisierten Magen ablagert, erfolgte die Injektion von Atropin erst 20 Minuten nach dem Trinken der Stärkesuspension. Aus dem gleichen Grunde wurde dann nach 110 Minuten eine 2. Injektion von wiederum 0,0005g Atropinum sulfuricum gemacht, also nicht gleich eine Menge von 0,001 Atropin gegeben. Außerdem wurde damit die Wirkungsdauer beträchtlich verlängert. Man durfte annehmen, daß der Organismus bis zum Versuchsende relativ stark unter dem Einfluß des Atropins stand.

b) Neoeserin

Zur Anwendung kam Neoeserin 0,0005 pro Injektion.

Neoeserin oder das Dimethylkarbonaminsäureester des m - Hydroxyphenyltrimethylammoniummethylsulfats hemmt die Spaltung der Cholinesterase. An den cholinergen Nervenendigungen tritt also eine Anreicherung des Wirkstoffes Acetylcholin auf, wodurch eine Verstärkung der Erregung bzw. eine Dauererregung hervorgerufen wird.

Cholinerg sind alle para-sympathischen Nervenfasern und die präganglionären Fasern des sympathischen Nervensystems. Die Wirkung des Neoeserins ist also eine vielfältige.

Nach Injektion von 0,0005 - 0,0001 Neoeserin sieht man eine starke Erhöhung der Magen-Darm-Peristaltik. Blutdruck und Herzfrequenz werden bei dieser Dosierung praktisch nicht verändert. Im Auge kommt es zu einer Verminderung des intraokularen Druckes. Die Gabe von Neoeserin erfolgte 10 Minuten vor der Stärkeeinnahme, um von Anfang an die Wirkung auf den Organismus zu erzielen. So konnte angenommen werden, daß auch die Darmmotilität z. Zt. der Stärkegabe erhöht war.

c) Coffein

Coffein oder 1, 3, 7 Trimethylxantin wird vom Organismus resorbiert und nur in Spuren unverändert ausgeschieden.

Es muß hier die Wirkung des reinen Coffeins von der des Kaffees unterschieden werden.

Coffein erregt alle Teile des Zentralnervensystems, insbesondere das Großhirn. M ö l l e r schreibt über die Kreislaufwirkung des Coffeins und seiner Derivate folgendes: "Die Methylxantine wirken auf den Kreislauf im großen und ganzen gleich. Die Wirkung ist kompliziert, und ihre endgültige Erklärung steht noch aus. Sie betrifft vor allem die peripheren Gefäße, die

Gefäßzentren, das Vaguszentrum sowie das Herz." Die Gefäße werden erweitert, besonders die Coronarien. Die Herzfrequenz wird zuerst verlangsamt, dann beschleunigt. Man kann also sagen, daß die Durchblutung allgemein verbessert wird. Von der Wirkung auf das Vaguszentrum läßt sich wohl auch eine verstärkte Magen-Darm-Peristaltik ableiten, obwohl diese Effekte nicht im Vordergrund stehen.

Vom Theophyllin und Theobromin sind besonders die diuresesteigernde Wirkung und coronarerweiternde Wirkung bekannt.

Zur Anwendung kamen coffeinhaltiger und coffein-armer Kaffee.

Vorher war nur bekannt, daß eine beider Sorten coffeinarm war. Auf diese Weise konnte ich den Placeboeffekt so gut wie ausschließen.

Als 3. Applikationsart wählte ich Coffeinum-Natrium salicylicum 0,2g pro Ampulle. Es soll damit die reine Wirkung des Coffeins untersucht werden. Es war von Interesse, welchen Einfluß die anderen Bestandteile des Kaffees außer dem Coffein haben und welche Rolle die Applikationsweise spielt.

In allen Versuchen, die mit Kaffee gemacht wurden, war die Herstellung desselben streng analog. Das Kaffeepulver von je 20g war in kleinen Perfolbeuteln luftdicht verpackt. Diese 20g Kaffeepulver wurden mit 200ml siedendem Leitungswasser aufgebrüht. Nach 8-minütigem Ziehenlassen wurde das Gebräu durch ein Sieb gegossen und sofort getrunken.

Durch eine entsprechende Analyse war der Coffeingehalt der beiden Kaffeesorten bestimmt worden. Nach dieser Untersuchung enthielt der coffeinarme Kaffee
7,6mg Coffein der coffeinhaltige
Kaffee 228,7mg Coffein.

C. Versuchsperson

Alle folgenden Versuche wurden an eigener Person bei normalem Gesundheitszustand durchgeführt.

Alter: 24 Jahre

Gewicht: 53 Kg

Größe: 163 cm

D. Kurzer Abriß der Versuchsdurchführung

Zuerst erfolgte die Einnahme von 200g Maisstärkemehl in 500ml Wasser suspendiert. Nach jeweils 1/2-stündigem Intervall wurden je 10ml Venenblut entnommen. Das Blut wurde haemolysiert, zentrifugiert und mehrfach gewaschen. Das Sediment wurde dann der Inspektion unter einem Polarisationsmikroskop unterzogen.

E. Sauberkeit und weitgehendste Ausschaltung von Fehlermöglichkeiten durch Verunreinigungen

Einer der wesentlichsten Punkte bei der Ausführung der Versuchsanordnung und Durchführung war peinlichste Sauberkeit. Jegliche Verunreinigung des Untersuchungsmaterials (Blut) und aller benötigten Instrumente mit Stärke mußte ausgeschlossen werden.

Während der laufenden Versuche mußten häufig Untersuchungen auf Verunreinigungen gemacht werden. Man konnte sich vor dem nicht sichtbaren Stärkestaub schützen, indem die Einnahme der Stärke in einem anderen Stockwerk des Hauses erfolgte. War die Stärkeeinnahme erfolgt, so wurde nach gründlichem Waschen von Händen, Unterarmen und Gesicht der Kittel in einem anderen Raum angezogen.

Kittel, Oberhemd und Taschentuch durften nicht gestärkt sein. Mit angefeuchtetem Gewebe besagter Kleidungsstücke wurde ein Objektträger betupft und einer eingehenden Prüfung unter dem Polarisationsmikroskop unterzogen. Unter Betätigung des Nichtvorhandenseins von Stärkekörnern wurde mit der Untersuchung begonnen.

In Abständen von je 30 Minuten bis zur 240. Minute wurden jeweils 10ml Venenblut entnommen und in eine vorbereitete Mischung (Aqua dest. und Eisessig) gegeben.

Sämtliche Glasgeräte wie:

Spritze (10 ml)
Erlmeierkolben (100 ml)
Reagenzgläser (20 ml)
Zentrifugengläser
Glasstäbe
Gummistopfen
Objektträger

wurden vor Gebrauch 5 Minuten ausgekocht.

Auch das zum Waschen verwendete frische Aqua bidestillata kochte einige Minuten. Gläser und Reagenzbehälter wurden verschlossen aufbewahrt.

F. Versuchsanordnung

Während der Versuchsperiode ernährte ich mich weitgehendst stärkemehlfrei.

Alle Versuche wurden nüchtern begonnen. Die letzte Mahlzeit wurde 12 Stunden vorher eingenommen. Der Versuchsbeginn war zur gleichen Tageszeit angesetzt. (8.00 Uhr morgens). Die Versuchsbedingungen waren in allen Versuchen gleichartig. Es wurde immer dieselbe Menge Maisstärkemehl in gleicher Wassermenge suspendiert verabreicht. Die Blutentnahmen erfolgten aus

der Vena cubitalis. Die Entnahmezeiten wurden konstant eingehalten. Vor der Einnahme wurden 10 ml Blut entnommen und untersucht.

In den Vorversuchen wurden keine Stärkekörner vorgefunden.

Bei den Versuchen erfolgte die Blutentnahme in konstanter Regelmäßigkeit alle 30 Minuten nach der Stärkemehleinnahme. Dies wurde bis zur 240. Minute weitergeführt.

Vor Versuchsbeginn wurden 9 Reagenzgläser ausgekocht. Ebenso behandelt wurden 9 Gummistopfen und gleichviele Zentrifugengläser. In die Reagenzgläser wurden jeweils 1ml Eisessig p.a. und 9ml frisch gekochtes, aber abgekühltes Aqua destillata gefüllt. Anschließend wurden die Gläser mit Gummistopfen verschlossen und nummeriert.

Die jeweilige Blutmenge von genau 10 ml wurde nun in das entsprechende vorbereitete Reagenzglas gegeben. Die mit einem Gummistopfen verschlossenen Gläser wurden so lange geschwenkt, bis sich die Blutaufschwemmung abgekühlt hatte.

Ein heftiges Schütteln wurde vermieden, da sich sonst ein fester feinblasiger Schaum gebildet hätte. der ein weiteres Arbeiten stark erschwert hätte.

Nach etwa 10 Minuten wurden die erkalteten Gläser abgestellt. Alle 30 Minuten wurden sie nochmals geschwenkt, um zu kontrollieren, ob das Blut nicht gerann. Bei sorgfältiger Behandlung war der Ansatz auch noch nach 4 Stunden flüssig. Die Aufschwemmung mit der 1:9 Eisessigverdünnung bezweckte die Haemolyse der Erythrocyten. Die restlichen, nicht haemolysierten Erythrocyten, wurden in dem folgenden Arbeitsgang zerstört.

Um eine möglichst gleichmäßige Behandlung der Ansätze zu erlangen, wurden die Blutaufschwemmungen stehen gelassen, bis die letzte Blutentnahme erfolgt war.

Die gesammelten Blutaufschwemmungen wurden in die bereitstehenden numerierten Zentrifugengläser gefüllt und bei 4.000 U/min. 10 Minuten lang zentrifugiert. Nach vorsichtiger Entnahme der Gläser wurde der Überstand sorgfältig abgegossen. In ihm wurden keine Stärkekörner gefunden.

Die Bodensätze wurden erneut mit einer 50%igen Eisessiglösung (ein Teil Eisessig p.a. auf drei Teile Aqua dest.) aufgeschwemmt, kräftig geschüttelt und dann vorsichtig abgegossen. Die Eisessiglösung wurde vorher in das entsprechende Reagenzglas gefüllt, darin kräftig geschüttelt und dann erst in das jeweilige Zentrifugenglas gegeben. Somit sind auch die Reste der Blutaufschwemmung in das Zentrifugenglas überführt worden. Anschließend wurden die Zentrifugengläser wieder gemeinsam bei 4.000 U/min. 10 Minuten lang zentrifugiert. Der Bodensatz war nun geringer und die überstehende Flüssigkeit deutlich heller. Das Abgießen konnte nun unter Kontrolle des Auges erfolgen. Auf gleiche Weise wurde der Bodensatz viermal ausgewaschen. Jetzt war das Sediment für die Auswertung geeignet. Sämtliche Haemoglobinkristalle waren herausgelöst und alle Erythrocyten haemolysiert. Das Sediment sah nun makroskopisch einem normalen Urinsediment ähnlich. Es war gelblich trüb. Die überstehende Flüssigkeitssäule war klar und leicht gelblich gefärbt. Es konnte eine exakte Trennung durch Abgießen erfolgen. Damit war die Aufarbeitung des Blutes beendet. Die Zentrifugengläser mit den Sedimenten wurden mit einem ausgekochten Gummistopfen verschlossen und so vor dem Austrocknen bewahrt. Jetzt wurde mit der mikroskopischen Auswertung der Sedimente begonnen.

Die Zentrifugengläser wurden vorsichtig geschwenkt, bis sich das Sediment homogenisierte. Zwei Tropfen wurden dann auf einen Objektträger gegeben und mit einem Deckglas vor Eintrocknung bewahrt. Es war wichtig, nicht mehr als 2 Tropfen auf den Objektträger zu geben, da die gesamte Flüssigkeit eingedeckt sein mußte und auch nichts über den Rand des Deckglases hinausreichen durfte.

Objektträger und das Deckglas sind vorher 5 Minuten in Wasser ausgekocht und sorgfältig vor Verunreinigungen geschützt worden. Das so angefertigte Präparat wurde der mikroskopischen Untersuchung unter einem Polarisationsmikroskop unterzogen.

Die beiden Polarisationsfilter standen in ihren Achsen so, das nur Substanzen zu sehen waren, die selber optisch aktiv waren. Somit kamen die Maisstärkekörner deutlich zur Abbildung. Nun kam es darauf an, die Vergrößerung richtig zu wählen. Die kleinen Stärkekörner der Größenordnung ca. 7 Mikron mußten noch deutlich zu sehen sein. Andererseits war eine starke Vergrößerung unrationell, wie sich aus den folgenden Erörterungen ergeben wird. Eine 160-fache Vergrößerung ergab einen günstigen Kompromiß zwischen Erkennen der Stärkekörner und rationellem Arbeiten. Während aller Untersuchungen wurde die Vergrößerung beibehalten, um den subjektiven Fehler gleich groß zu halten.

Das Mikroskop war binokularig und hatte einen verstellbaren Tisch. Mit größter Sorgfalt wurde nun Blickfeld für Blickfeld nach Stärkekörnern abgesucht. Die Aussage war dann erst brauchbar, wenn die gesamte Flüssigkeitsmenge unter dem Deckglas inspiziert worden war. Nach einem einfachen System konnte dies leicht geschehen. Man begann links oben am Präparat, beobachtete es, während der Tisch langsam nach unten

geschoben wurde. Hier verstellt man das Präparat auf ein Blickfeld nach rechts und inspizierte so systematisch das ganze Präparat.

Es ergab ungefähr 8 - 10 Präparate. Immer wieder mußte es homogenisiert werden. Die 2 Tropfen wurden ständig auf die gleiche Weise entnommen. Das Zentrifugenglas wurde immer in eine Richtung geneigt, so daß nur eine Flüssigkeitsbahn an der Innenseite entstand. Um auch den letzten Rest aus dem Glas untersuchen zu können, wurden 2 Tropfen abgekochten Wassers hinzugegeben und wieder geschwenkt. Auch diese Lösung floß dann über die schon entstandene Flüssigkeitsbahn auf einen Objektträger und wurde untersucht. Nach jeder Flüssigkeitsentnahme wurde das Glas verschlossen, um eine Austrocknung zu vermeiden.

Es war ausschlaggebend, das gesamte Sediment zu untersuchen. Gelegentlich fand ich in den letzten Tropfen mehr Stärkekörner als in den ersten.

Es bedurfte einiger Voruntersuchungen, bis ich die Fertigkeit erlangte, wirklich brauchbare Ergebnisse zu erhalten. Ein klarer und genauer Arbeitsplan mußte strikt eingehalten werden.

G. Versuchsdurchführung

Versuch 1

Morgens 8.00 Uhr trank ich 200 g Maisstärkemehl in 500 ml kaltem Leitungswasser suspendiert. Anschließend wurden der V. cubitalis alle 30 min. 10 ml Blut entnommen und darin die Anzahl der Stärkekörner bestimmt.

Ich fand vor Einnahme keine

nach	30 Minuten	27 Stärkekörner
"	60 "	38 "
"	90 "	75 "
"	120 "	65 "
"	150 "	46 "
"	180 "	34 "
"	210 "	26 "
"	240 "	18 "

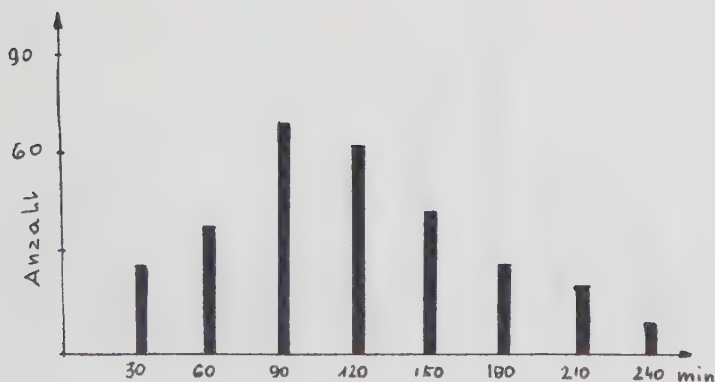


Abb. 3: Anzahl der Stärkekörner in je 10 ml Venenblut nach Einnahme von 200 g Maisstärkemehl.

Versuch 2

Morgens 8.00 Uhr trank ich 200 g Maisstärkemehl in 500 ml kaltem Leitungswasser suspendiert. Anschliessend wurden der V. cubitalis alle 30 min. 10 ml Blut entnommen und darin die Anzahl der Stärkekörner bestimmt.

Ich fand vor Einnahme kein

nach	30 Minuten	32 Stärkekörner
"	60 "	40 "
"	90 "	81 "
"	120 "	68 "
"	150 "	45 "
"	180 "	38 "
"	210 "	31 "
"	240 "	22 "

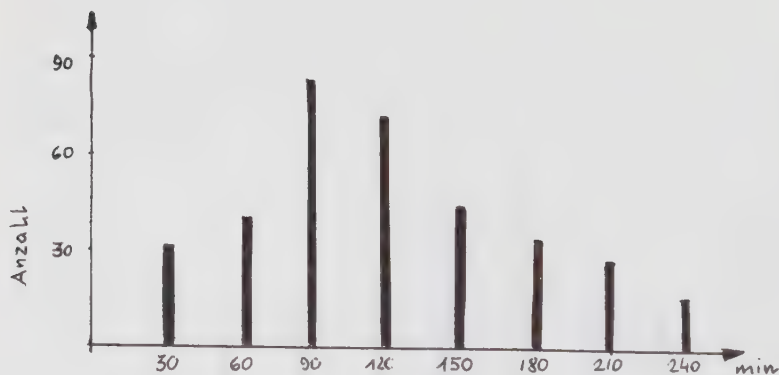


Abb. 4: Anzahl der Stärkekörner in je 10 ml Venenblut nach Einnahme von 200 g Maisstärkemehl.

Versuch 3

Morgens 8.00 Uhr trank ich 200 g Maisstärkemehl in 500 ml kaltem Leitungswasser suspendiert. Nach 20 und 110 min. ließ ich mir je 0,0005 Atropinum sulf, tief intragluteal injizieren. Schon während dieser Zeit wurde der V. cubitalis alle 30 min 10 ml Blut entnommen und darin die Zahl der Stärkekörner bestimmt.

Ich fand vor Einnahme keine

nach	30 Minuten	25 Stärkekörner
"	60 "	12 "
"	90 "	11 "
"	120 "	9 "
"	150 "	10 "
"	180 "	10 "
"	210 "	11 "
"	240 "	21 "

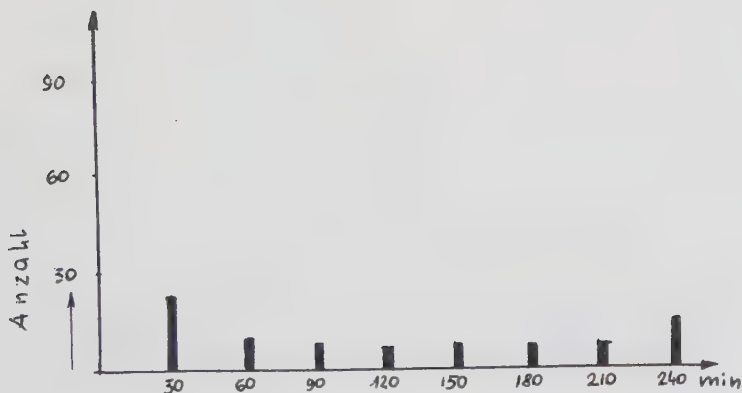


Abb. 5: Anzahl der Stärkekörner in je 10 ml Venenblut nach Einnahme von 200 g Maisstärkemehl und Atropinjektionen (Pfeile).

Versuch 4

Morgens 8.00 Uhr trank ich 200 g Maisstärkemehl in 500 ml kaltem Leitungswasser suspendiert. Nach 20 und 110 min. ließ ich mir je 0,0005 Atropinum sulf. tief intragluteal injizieren. Schon während dieser wurden der V. cubitalis alle 30 min. 10 ml Blut entnommen und darin die Zahl der Stärkekörner bestimmt.

Ich fand vor Einnahme keine

nach	30 Minuten	27 Stärkekörner	
"	60 "	18	"
"	90 "	12	"
"	120 "	-	"
"	150 "	9	"
"	180 "	10	"
"	210 "	13	"
"	240 "	25	"

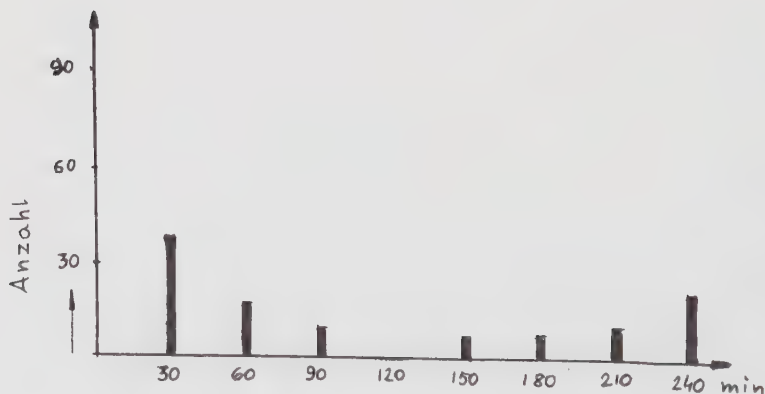


Abb. 6: Anzahl der Stärkekörner in je 10 ml Venenblut nach Einnahme von 200 g Maisstärkemehl und Atropininjektionen (Pfeile).

Versuch 5

Morgens 8.00 Uhr ließ ich mir 0,0005 Neoeserin tief intragluteal injizieren. Nach 10 min. trank ich (nüchtern) 200 g Maisstärkemehl in 500 ml kaltem Leitungswasser suspendiert. Von da an wurden der V. cubitalis alle 30 min. 10 ml Blut entnommen und darin die Anzahl der Stärkekörner bestimmt.

Ich fand vor Einnahme keine

nach	30 Minuten	69 Stärkekörner
"	60 "	165 "
"	90 "	141 "
"	120 "	109 "
"	150 "	74 "
"	180 "	69 "
"	210 "	60 "
"	240 "	55 "

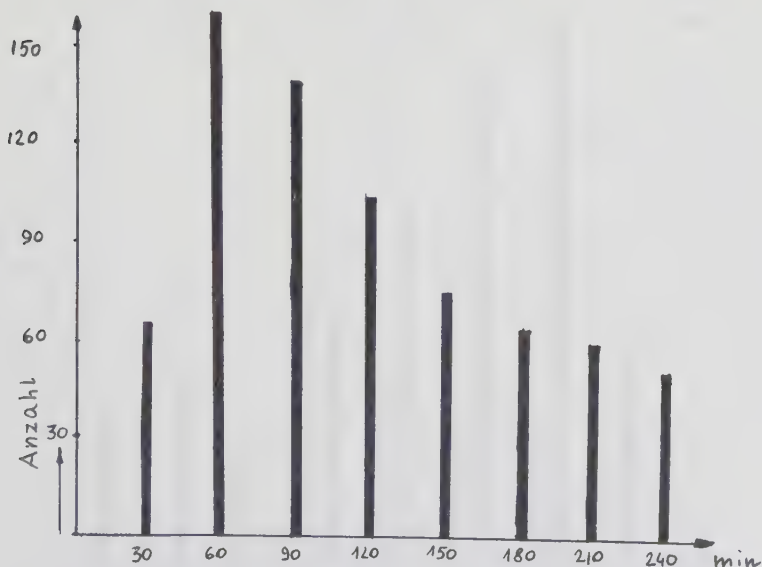


Abb. 7: Anzahl der Stärkekörner in je 10 ml Venenblut nach Einnahme von 200 g Maisstärkemehl und Neoeserininjektionen (Pfeile).

Versuch 6

Morgens 8.00 Uhr ließ ich mir 0,0005 Neoeserin tief intragluteal injizieren. Nach 10 min. trank ich 200 g Maisstärkemehl in 500 ml kaltem Leitungswasser suspendiert. Von da an wurden der V. cubitalis alle 30 min. 10 ml Blut entnommen und darin die Zahl der Stärkekörner bestimmt.

Ich fand vor Einnahme keine

nach 30 Minuten 65 Stärkekörner

"	60	"	169	"
"	90	"	145	"
"	120	"	112	"
"	150	"	72	"
"	180	"	-	"
"	210	"	59	"
"	240	"	53	"

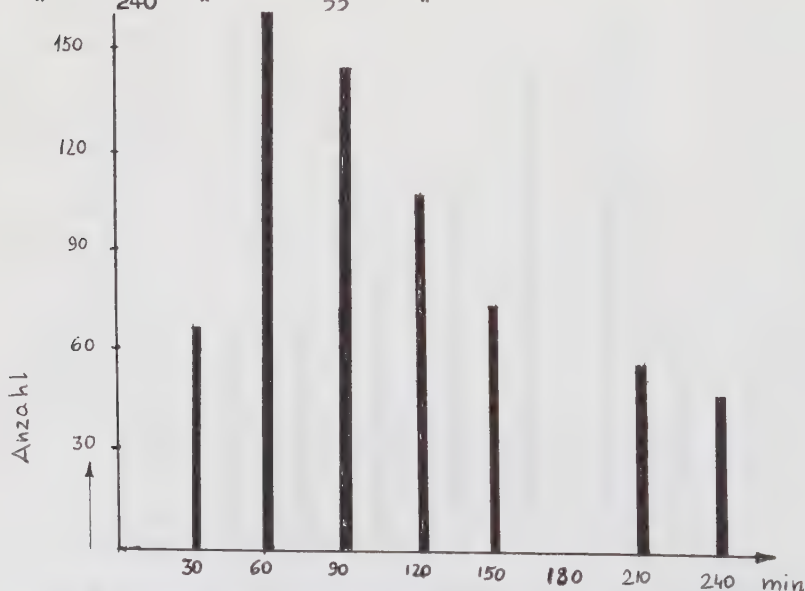


Abb. 8: Anzahl der Stärkekörner in je 10 ml Venenblut nach Einnahme von 200 g Maisstärkemehl und Neoeserininjektionen (Pfeile).

Versuch 7

Morgens 8.00 Uhr trank ich (nüchtern) 200g Maisstärke-mehl in 500ml kaltem Leitungswasser suspendiert und gleich anschließend 200 ml coffeinarmen aus 20 g Kaffeepulver hergestellten heißen Kaffee. Alle 30 min. wurden aus der V. cubitalis 10 ml Blut entnommen und darin die Zahl der Stärkekörner bestimmt.

Ich fand vor Einnahme keine

nach	30 Minuten	26 Stärkekörner
"	60 Minuten	53 Stärkekörner
"	90 Minuten	98 Stärkekörner
"	120 Minuten	80 Stärkekörner
"	150 Minuten	70 Stärkekörner
"	180 Minuten	68 Stärkekörner
"	210 Minuten	45 Stärkekörner
"	240 Minuten	26 Stärkekörner

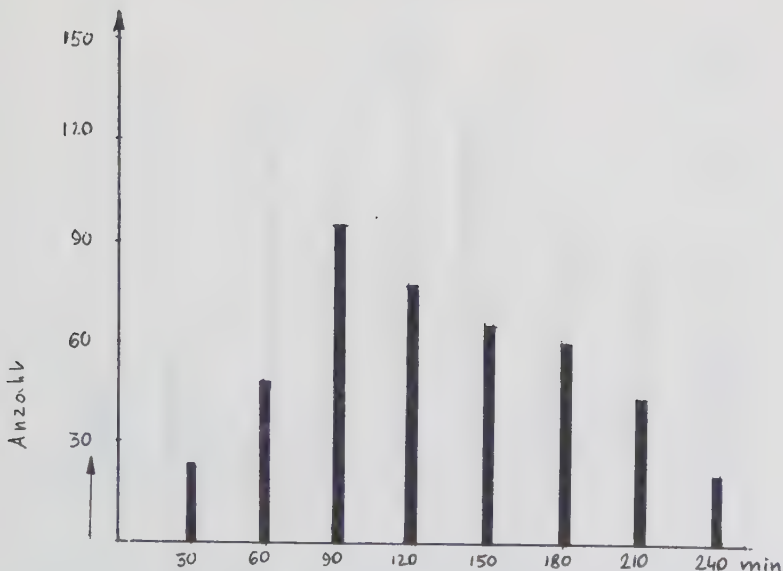


Abb. 9: Anzahl der Stärkekörner in je 10 ml Venenblut nach Einnahme von coffeinarmen Kaffee (Pfeil) und 200 g Maisstärkemehl.

Versuch 8

Morgens 8.00 Uhr trank ich 200 g Maisstärkemehl in 500 ml kaltem Leitungswasser suspendiert und gleich anschließend 200 ml coffeinarmen aus 20 g Kaffee-pulver hergestellten heißen Kaffee. Alle 30 min. wurden aus der V. cubitalis 10 ml Blut entnommen und darin die Zahl der Stärkekörner bestimmt.

Ich fand vor Einnahme keine

nach	30 Minuten	23 Stärkekörner
"	60 "	49 "
"	90 "	104 "
"	120 "	82 "
"	150 "	68 "
"	180 "	- "
"	210 "	39 "
"	240 "	30 "

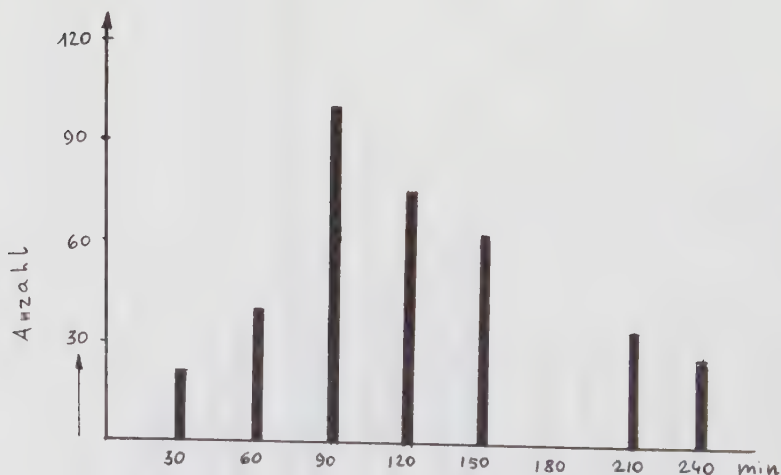


Abb. 10: Anzahl der Stärkekörner in je 10 ml Venenblut nach Einnahme von coffeinarmem Kaffee (Pfeil) und 200g Maisstärkemehl.

Versuch 9

Morgens 8.00 Uhr trank ich 200 g Maisstärkemehl in 500 ml kaltem Leitungswasser suspendiert und gleich anschließend 200 ml coffeinhaltigen aus 20 g Kaffeepulver hergestellten heißen Kaffee. Alle 30 min. wurden aus der V. cubitalis 10 ml Blut entnommen und darin die Zahl der Stärkekörner bestimmt.

Ich fand vor Einnahme keine

nach	30 Minuten	46 Stärkekörner	
"	60 "	125	"
"	90 "	156	"
"	120 "	155	"
"	150 "	118	"
"	180 "	82	"
"	210 "	69	"
"	240 "	53	"

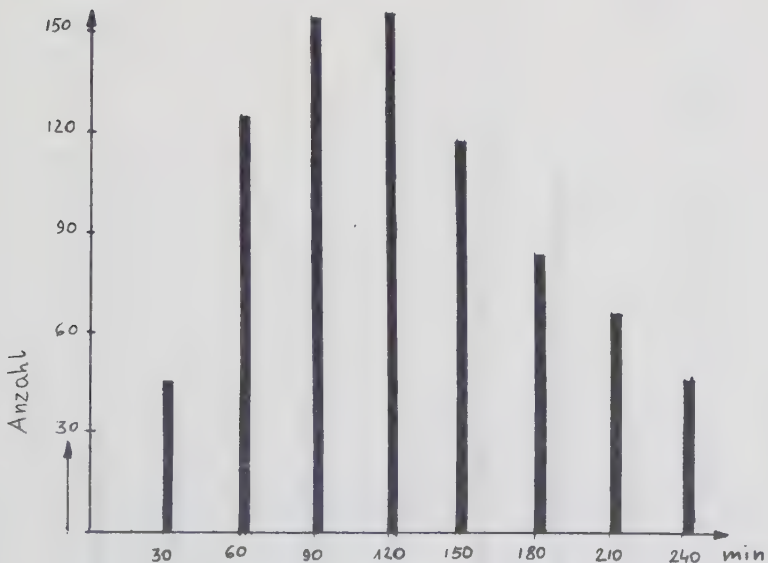


Abb. 11: Anzahl der Stärkekörner in je 10 ml Venenblut nach Einnahme von coffeinhaltigem Kaffee (Pfeil) und 200 g Maisstärkemehl.

Versuch 10

Morgens 8.00 Uhr trank ich 200 g Maisstärkemehl in 500 ml kaltem Leitungswasser suspendiert und gleich anschließend 200 ml coffeinhaltigen aus 20 g Kaffee-pulver hergestellten heißen Kaffee. Alle 30 min. wurden aus der V. cubitalis 10 ml Blut entnommen und darin die Zahl der Stärkekörner bestimmt.

Ich fand vor Einnahme keine

nach 30 Minuten 48 Stärkekörner

"	60	"	120	"
"	90	"	153	"
"	120	"	150	"
"	150	"	112	"
"	180	"	-	"
"	210	"	50	"
"	240	"	48	"

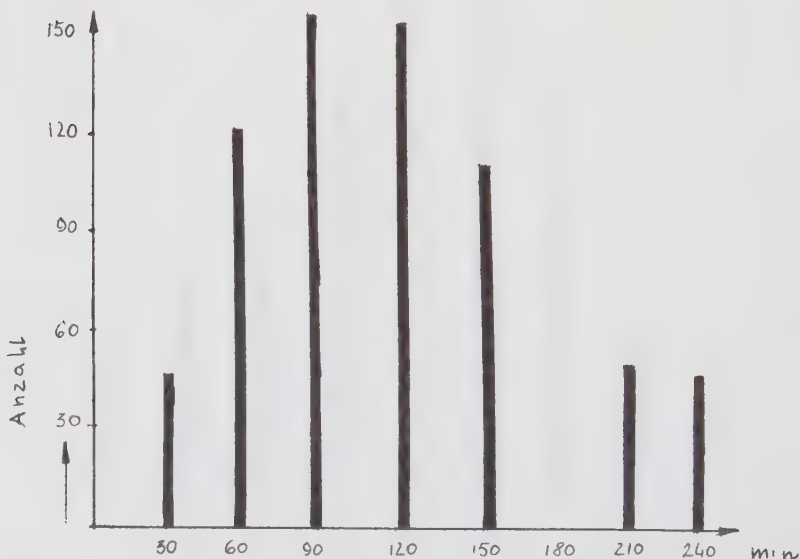


Abb. 12: Anzahl der Stärkekörner in je 10 ml Venenblut nach Einnahme von coffeinhaltigem Kaffee (Pfeil) und 200 g Maisstärkemehl.

Versuch 11

Morgens 8.00 Uhr ließ ich mir 0,2 Coffeinum salicylicum subcutan injizieren. Nach 10 min. trank ich 200 g Maisstärkemehl in 500 ml kaltem Leitungswasser suspendiert. Von da an wurden alle 10 min. 10 ml Blut entnommen und darin die Anzahl der Stärkekörner bestimmt.

Ich fand vor Einnahme keine

nach	30 Minuten	27 Stärkekörner
"	60 Minuten	107 Stärkekörner
"	90 "	127 "
"	120 "	152 "
"	150 "	97 "
"	180 "	62 "
"	210 "	45 "
"	240 "	30 "

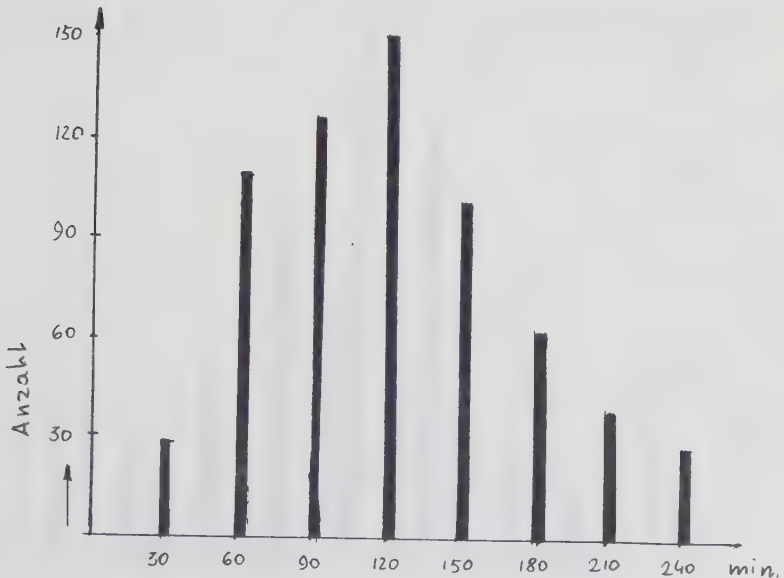


Abb. 13: Anzahl der Stärkekörner in je 10 ml Venenblut nach Binnahme von 200 g Maisstärkemehl und Injektion von 0,2 Coffeinum salicylicum (Pfeil).

Versuch 12

Morgens 8.00 Uhr ließ ich mir 0,2 Coffeinum salicylicum subcutan injizieren. Nach 10 min. trank ich 200 g Maisstärkemehl in 500 ml kaltem Leitungswasser suspendiert. Von da an wurden alle 10 min. 10 ml Blut entnommen und darin die Anzahl der Stärkekörner bestimmt.

Ich fand vor Einnahme keine

nach	30 Minuten	23 Stärkekörner	
"	60	"	-
"	90	"	132
"	120	"	156
"	150	"	102
"	180	"	65
"	210	"	48
"	240	"	33

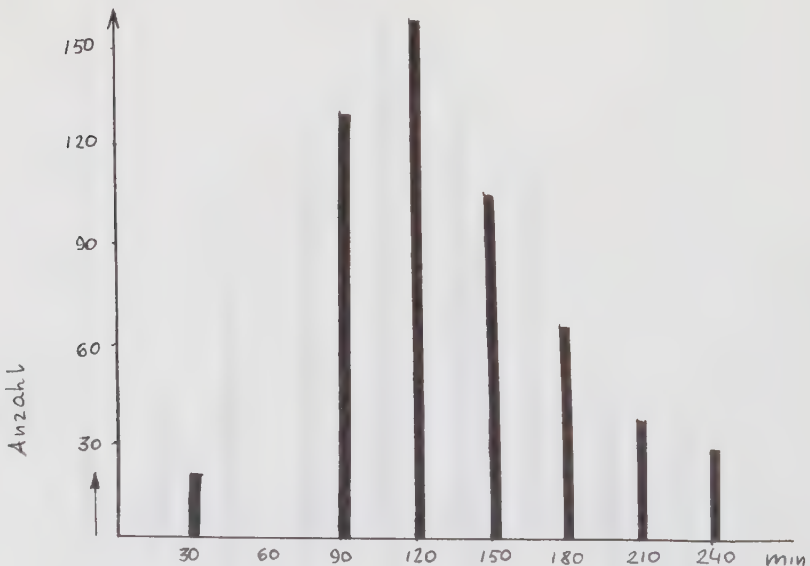


Abb. 14: Anzahl der Stärkekörner in je 10 ml Venenblut nach Einnahme von 200 g Maisstärkemehl und Injektion von 0,2 Coffeinum salicylicum (Pfeil).

Die Ergebnisse der Parallelversuche sind weitgehend ähnlich.

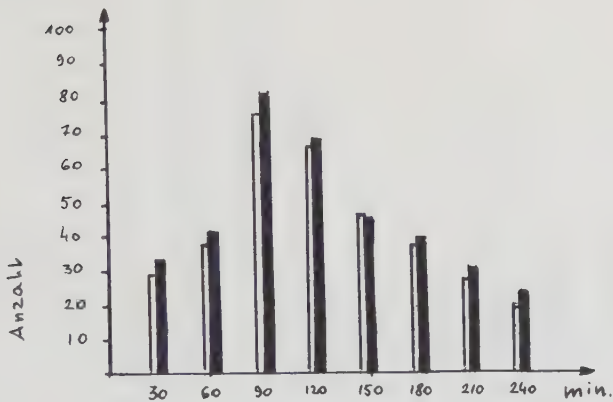


Abb. 15: Anzahl der Stärkekörner in 10ml Venenblut nach Einnahme von 200g Maisstärkemehl jeweils in 2 Versuchen.

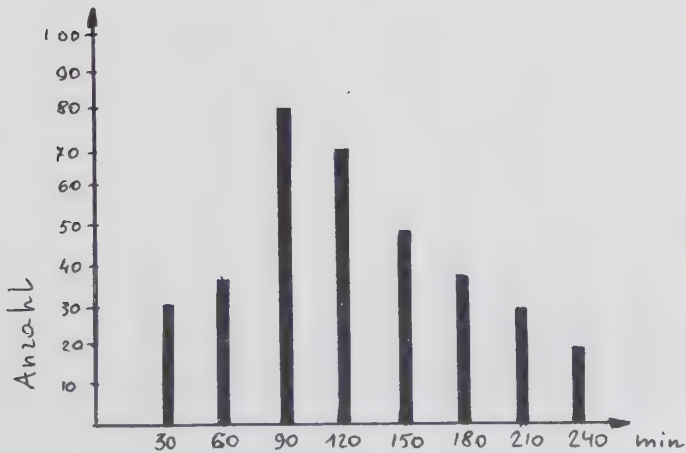


Abb.: 16: Die interpolierten Werte der Abb. 15.

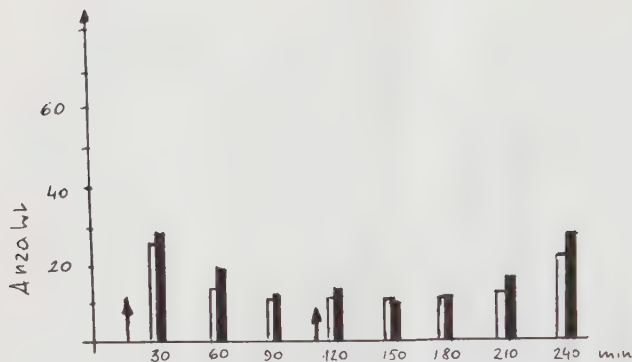


Abb. 17: Anzahl der Stärkekörner in 10 ml Venenblut nach Einnahme von 200 g Maisstärkemehl und Atropininjektionen in 2 Versuchen.

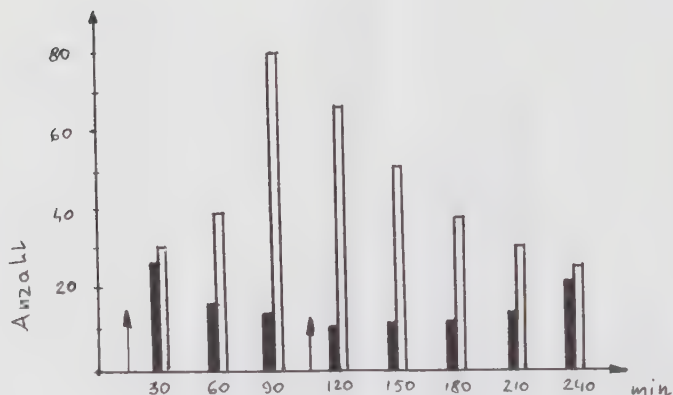


Abb. 18: Die interpolierten Werte der Abb. 17 im Verhältnis zu den "Normalwerten".

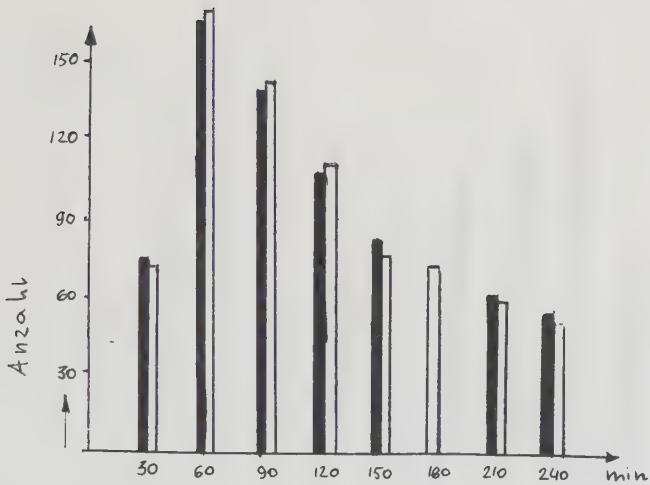


Abb. 19: Anzahl der Stärkekörner in 10 ml Venenblut nach Einnahme von 200 g Maisstärkemehl und Neoeserininjektionen in 2 Versuchen.

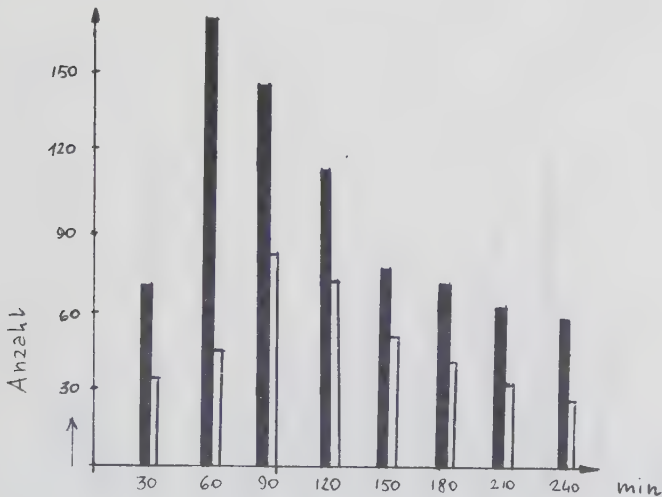


Abb. 20: Die interpolierten Werte der Abb. 19 im Verhältnis zu den "Normalwerten".

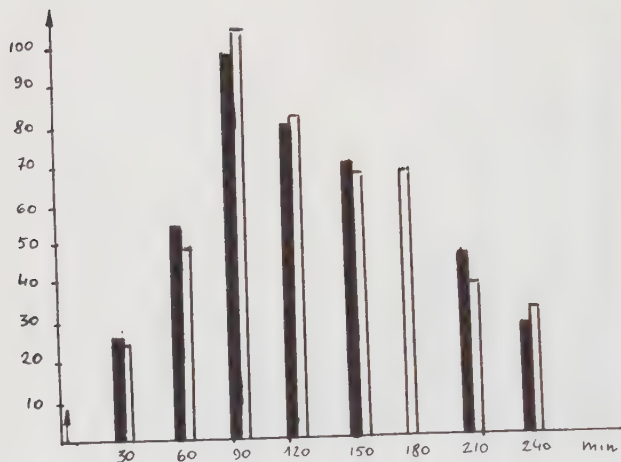


Abb. 21: Anzahl der Stärkekörner in 10 ml Venenblut nach Einnahme von coffeinarmem Kaffee (Pfeil) und 200 g Maisstärkemehl in 2 Versuchen.

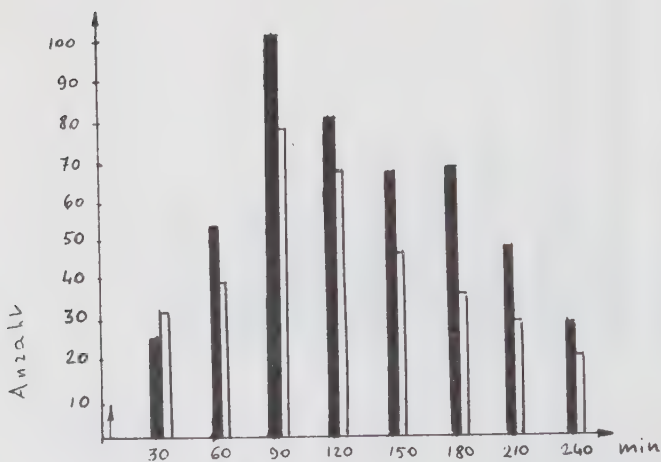


Abb. 22: Die intercollierten Werte der Abb. 21 im Verhältnis zu den "Normalwerten".

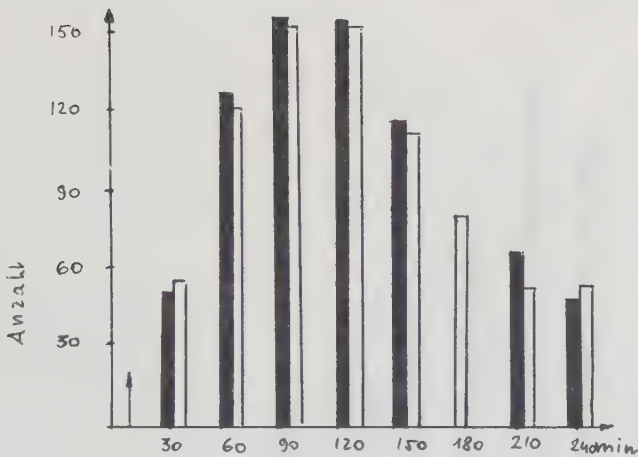


Abb.: 23: Anzahl der Stärkekörner in 10 ml Venenblut nach Einnahme von coffeinhaltigem Kaffee (Pfeil) und 200 g Maisstärkemehl in 2 Versuchen.

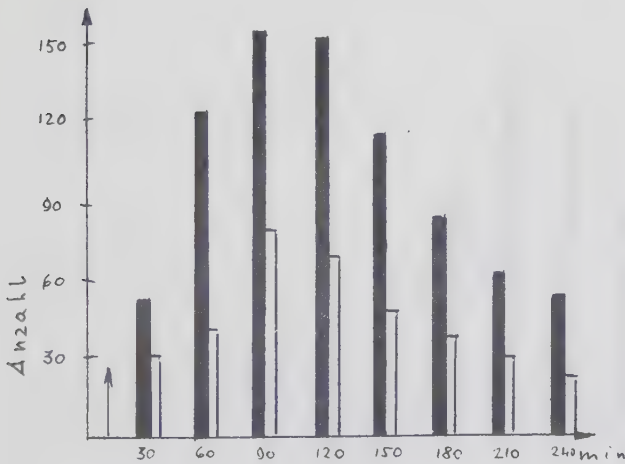


Abb. 24: Die interpolierten Werte der Abb. 23 im Verhältnis zu den "Normalwerten".

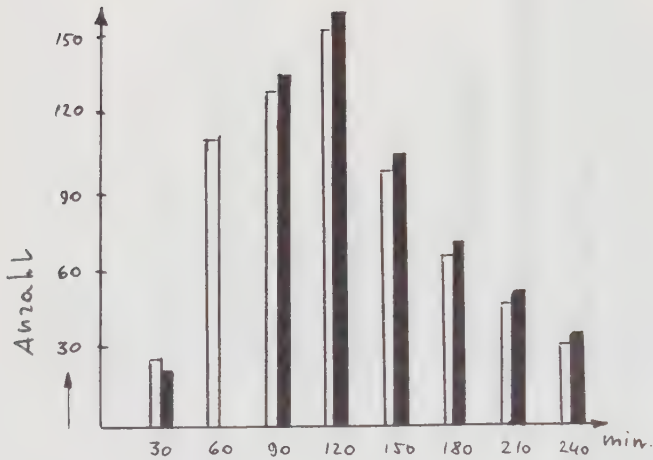


Abb. 25: Anzahl der Stärkekörner in 10 ml Venenblut nach Einnahme von 200 g Maisstärkemehl und Coffeinjektion (Pfeil) in 2 Versuchen.

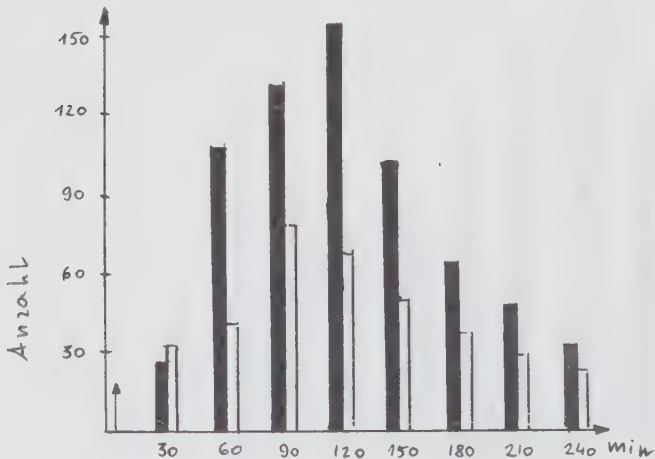


Abb.: 26 Die interpolierten Werte der Abb. 25 im Verhältnis zu den "Normalwerten".

IV. Diskussion der Ergebnisse

In dieser Arbeit wurde der Einfluß der Darmmotilität bzw. der Zottenmotorik, beeinflußt durch verschiedene Pharmaka, auf die Persorptionsrate untersucht.

Um einen Bezugswert zu erhalten, mußte die Menge der Stärkekörner bestimmt werden, die bei genormter Versuchsanordnung im Blut zu finden waren. Die Darmmotilität blieb hierbei zunächst unbeeinflußt. Diese Werte, in einem Zeitabschnitt von der Störkeeinnahme bis zur 240. Minute bestimmt, ergaben die "Normalwerte". Diese zeigen, daß 30 Minuten nach oraler Applikation von 200 g Maisstärkemehl, in 500 ml kaltem Leitungswasser suspendiert, einige Körner im peripheren Blut zu finden sind. Das Maximum an Stärkekörnern ist unter gegebenen Bedingungen nach 90 Minuten aufgetreten. Anschließend fallen die Werte kontinuierlich bis zur 240. Minute ab und entsprechen hier dem 30-Minuten-Wert. Die "Normalwerte" wurden zweimal bestimmt. Der Parallelversuch diente zur Kontrolle und zur genaueren Feststellung der Werte. Durch Interpolation der beiden "Normalwerte" entstand dann ein Mittelwert (Abb. 16), die als Bezugswert für alle anderen Kurven diente.

Die Untersuchungen wurden mit 3 pharmakologischen Substanzen, Atropin, Neoeserin und Coffein angestellt.

a) Untersuchungen mit Atropinum sulfuricum
(Abb. 5, 6, 17, 18)

Die Magen-Darm-Tätigkeit war im Versuch deutlich herabgesetzt mit dem Ergebnis, daß die Menge der Stärkekörner im Blut stark abnahm. So trat kein

Maximum auf, sondern nach 120 Minuten ein Minimum, das mit 9 Stärkekörnern niedriger lag als jeder andere Wert während aller Untersuchungen dieser Arbeit. Zu Beginn des Versuches, als noch keine oder eine sehr geringe Atropinwirkung verspürt wurde, lagen die Werte fast im normalen Bereich. Zu Ende der Untersuchung, als die Atropinwirkung auch subjektiv deutlicher abnahm, stiegen die Werte wieder an und lagen sogar etwas höher als die der "Normalwerte".

Die Lähmung der Darmmotilität und der Zottenmotorik hat nach obigen Versuchen eine starke Verminderung der "Persorption" zur Folge. Die Stärkesuspension verharrete vermutlich so lange im Magen bzw. Dünndarm, bis die peristaltischen Bewegungen wieder in Gang kamen. Während dieser Zeit gelangten nur geringe Mengen von Stärkekörnern durch die Darmwand. Dies erscheint nicht verwunderlich, da die glatte Muskulatur wohl nicht völlig gelähmt war. Die all-eigene Füllung des Magens bzw. Darmes scheint nicht auszureichen, um den Vorgang der Persorption zu ermöglichen. Dies weist auf die hervorragende Bedeutung der Zottenmotorik hin.

b) Untersuchungen mit Neoeserin

(Abb.: 7, 8, 19, 20)

Aus vorangegangener graphischer Darstellung (Abb. 19 und 20, Seite 35) und tabellarischer Aufzeichnung sind deutliche Unterschiede in Bezug auf die "Normalwerte" ersichtlich. Schon der 30-Minuten-Wert ist mehr als doppelt so hoch, wie der entsprechende "Normalwert". Das Maximum war schon nach 1 Stunde mit 167 Stärkekörnern pro 10 ml Venenblut erreicht worden. Danach fielen die Werte ungefähr mit gleicher Steilheit wie bei den "Normalwerten" ab.

Sie blieben jedoch bis zum Ende des Versuches deutlich erhöht.

Die Wirkungen von Atropin und Neoeserin sind entgegengesetzt. Neoeserin, das die Peristaltik fördert, erhöht die "Persorptionsrate" beträchtlich.

Die Ergebnisse aus den Untersuchungen mit Atropin und Neoeserin lassen es glaubhaft erscheinen, daß ein kausaler Zusammenhang zwischen dem Übertritt fester Partikel aus dem Darmlumen in das Blut einerseits und Darmmotorik andererseits besteht.

Ein Motorik anregendes Mittel erhöhte, ein die Motorik herabsetzendes Mittel erniedrigte die Anzahl der Stärkekörner im peripheren Blut.

c) Untersuchungen mit coffeinarmem Kaffee

(Abb.: 9, 10, 21, 22)

Aus der graphischen Darstellung (Seite 27) und der tabellarischen Aufzeichnung der gefundenen Stärkekörnerzahlen sind keine deutlichen Unterschiede zu den "Normalwerten" ersichtlich (abb. 22). Das Maximum liegt etwas höher, tritt aber zur gleichen Zeit auf.

d) Untersuchungen mit coffeinhaltigem Kaffee

(Abb.: 11, 12, 23, 24)

Zu diesen Versuchen wurde der coffeinhaltige Kaffee verwandt. Sein Coffeingehalt betrug 228,7 mg. Auch hier sind aus der graphischen Darstellung (Abb. 24) und der tabellarischen Aufstellung (Seite 29) der gefundenen Anzahl von Stärkekörnern in Bezug auf die "Normalwerte" deutliche Unterschiede ersichtlich. Der 30-Minuten-Wert war noch nicht, der 60-Minuten-Wert schon deutlich erhöht. Das Maximum liegt eindeutig erst bei der 120. Minute und entspricht dem des Versuches mit Coffeinum

salicylicum. Der letzte Wert bei 240 Minuten hat fast wieder den Ausgangswert (30 Minuten) erreicht.

e) Untersuchungen mit Coffeinum-Natrium salicylicum
(Abb.: 13, 14, 25, 26)

Aus den Untersuchungen dieser Arbeit geht hervor, das bei parenteraler Gabe von Coffein die Anzahl der Stärkekörner im peripheren Blut deutlich ansteigt gegenüber den "Normalwerten" (Abb. 26). Der 30-Minuten-Wert war noch nicht erhöht, dann stiegen die Werte bis zur 120. Minute, also bis zum verzögerten Maximum auf rund das Doppelte der "Normalwerte" an. Der Abfall der Stärkekörnermenge im Blut war relativ steil, so daß nach 240 Minuten fast der "Normalwert" erreicht wurde (siehe Tabelle S. 31).

Die Kaffewirkung zu erklären, ist schwierig.
Hier kommt vieles zusammen, der Einfluß

1. des heißen Wassers,
2. des Gemisches der Methylxantine,
3. der ätherischen Ole, der Gerbstoffe und der Chlorogensäure.

Das heiße Wasser vermehrte das Volumen im Magen-Darm-Trakt und schwemmte die Stärkesuspension noch mehr auf, was die "Persorption" vermutlich begünstigte. Die Wirkung der Methylxantine ist schon oben beschrieben worden.

Die ätherischen Ole, Gerbstoffe und Chlorogensäure haben eine Reizwirkung auf die Mucosa. Die Darmfunktion soll gefördert werden.

Aus den Untersuchungen mit Kaffee geht hervor, daß eine Beeinträchtigung der "Persorption" stattfindet. Sowohl mit coffeinarmem wie mit coffeinhaltigem Kaffee tritt eine Vermehrung der Stärkekörner im peripheren Blut auf. Von einem Placeboeffekt kann

vermutlich abgesehen werden, da entsprechende Vor-
sichtsmaßnahmen getroffen wurden.

Beim coffeearmen Kaffee wurde gegenüber coffein-
haltigem Kaffee eine mäßige Steigerung des Stärke-
übertritts gefunden. Das Maximum lag wie bei den
"Normalwerten" bei der 90. Minute. Anfangs- und End-
werte unterschieden sich kaum. Die erwähnte Wirkung
(Steigerung der "Persorption") ist sicher nicht auf
die geringe Coffeinemenge von 7,6 mg zurückzuführen,
sondern auf die Warmwasserzufuhr, die Gerbstoffe,
sowie die ätherischen Öle und Chlorogensäure im
Kaffeepulver.

Anders lagen die Verhältnisse bei Verwendung von
coffeinhaltigem Kaffee. Hier kommt den gerade be-
schriebenen Einflüssen noch die Wirkung von 228,7 mg
Coffein hinzu.

Die mathematische Auswertung der gefundenen Werte

Als Modell der biometrischen Durchuntersuchung wurde die mehrfaktorielle Varianzanalyse benutzt.

Für die Durchrechnung danken wir dem Rechenzentrum der Humboldt - Universität.

Teste zwischen den Mittelwerten

Das Maschinenprogramm testet die Mittelwerte der einzelnen Meßreihen gegeneinander. Als Testverfahren wurden der multiple t-Test und der S-Test nach Scheffè benutzt. Die statistische Sicherheit der Aussage beträgt 95%.

Der S.-Test ist ein sehr scharfer Test, so daß damit nachgewiesene Unterschiede von der Statistik her erhebliche Beweiskraft besitzen. Der multiple t-Test, dessen Anwendung bei der Varianzanalyse aus mathematischen Gründen problematisch ist, besitzt hier mindestens einen Hinweischarakter.

Es folgt die tabellarische Erfassung aller gefundenen Werte unter Beifügung der Mittelwerte (Summierung über Zeit und Behandlung) und der Varianz.

Zeit- punkt leer Atropin Neoeserin Coffein A Coffein B Coffein Injektion

	0	1	2	3	4	5	$\bar{X}$	sx^2	N							
30min.	0	27	32	25	27	69	65	26	23	46	27	23	36,50	271,7	12	
60min.	1	38	40	12	18	165	169	53	49	125	120	107	--	81,45	3300	11
90min.	2	75	81	11	12	141	145	98	104	156	153	127	132	102,91	2543	12
120min.	3	65	68	9	--	109	112	80	82	155	150	152	156	103,45	2271	11
150min.	4	46	45	10	9	79	72	70	68	118	112	97	102	68,58	1302	12
180min.	5	34	38	10	10	69	--	68	--	82	--	62	65	48,67	707,7	9
210min.	6	26	31	11	13	60	59	45	39	69	50	45	48	41,33	331,1	12
240min.	7	18	22	21	25	55	53	26	30	53	48	30	33	34,50	191,2	12

N → 16 15 15 15 15

$\bar{X}$ → 42,87 14,87 94,47 57,4 80,4

s^2 → 373,7 42,12 1756,0 700,5 2210,0

N = Anzahl

$\bar{X}$ = Mittelwert

s^2 = Streuung (Varianz)

Die Signifikanz der Differenzen unter Berücksichtigung der Behandlung

Die Mittelwerte nach der Größe geordnet ergaben folgende Reihenfolge:

1. Atropin im	(1)	14,87
2. ohne Pharmaka	(0)	42,87
3. Coffein A oral	(3)	57,40
4. Coffein im	(5)	99,00
5. Neoeserin im	(2)	94,47
6. Coffein B oral	(4)	99,00

d	2	5	3	0	1
4	45,33	<u>16,71</u>	<u>41,60</u>	<u>55,43</u>	<u>81,17</u>
2		12,18	<u>37,1</u>	<u>50,9</u>	<u>76,63</u>
5			<u>24,89</u>	<u>38,72</u>	<u>64,46</u>
3				13,83	<u>39,57</u>
0					<u>25,73</u>

Signifikante Differenz nach dem S-Test

von 0 (ohne Pharmaka) zu 2 (Neoeserin)
5 (Coffein im)
4 (Coffein oral)

Signifikante Differenz nach dem t-Test -----

von 0 (ohne Pharmaka) zu 1 (Atropin im)

Keine signifikante Differenz von 0 (ohne Pharmaka)
zu 3 (Coffein A oral)

Gegenüber der unbehandelten Vergleichsgruppe finden sich signifikante Unterschiede in Form einer Erhöhung der Persorption, wie bei Verwendung von, die Zottenmotorik steigernden Pharmaka, zu erwarten war.

Ein Unterschied des Pharmakon 1 (Atropin) ist statistisch zu vermuten.

Die Signifikanz der Differenzen unter Berücksichtigung der Zeitpunkte

Die Mittelwerte nach der Größe geordnet ergeben folgende Reihenfolge:

1.	240 min.	(7)	34,50
2.	30 min.	(0)	36,50
3.	210 min.	(6)	41,33
4.	180 min.	(5)	48,67
5.	150 min.	(4)	68,58
6.	60 min.	(1)	81,45
7.	90 min.	(2)	102,90
8.	120 min.	(3)	103,40

d	2	1	4	5	6	0	7
3	3,82	16,14	<u>30,51</u>	<u>44,48</u>	<u>57,76</u>	<u>62,60</u>	<u>64,60</u>
2		<u>19,96</u>	<u>34,33</u>	<u>48,30</u>	<u>61,58</u>	<u>60,42</u>	<u>68,41</u>
1			14,37	<u>28,34</u>	<u>41,32</u>	<u>46,45</u>	<u>48,46</u>
4				13,96	<u>27,25</u>	<u>32,08</u>	<u>34,08</u>
5					13,29	18,12	<u>20,12</u>
6						4,83	6,83
0							2

Es ergibt sich, daß der etwa zum Zeitpunkt 2 (3) liegende Gipfel der Persorption sich signifikant vom Ausgangspunkt 0, wie auch vom Endpunkt 7 unterscheidet.

V. Zusammenfassung

Das Phänomen der Persorption fester Nahrungspartikel wurde hinsichtlich des Einflusses der Darmmotorik quantitativ untersucht.

Nach Einnahme von Maisstärkemehl fanden sich jeweils zahlreiche Stärkekörner im Venenblut einer Versuchsperson (Selbstversuch).

Durch pharmakologische Herabsetzung der Darmmotorik wurde die Persorptionsrate erniedrigt, durch Stimulierung erhöht. Coffein bewirkte ebenfalls eine deutliche Erhöhung der Persorptionsrate.

Die statistische Sicherheit dieser Aussage beträgt 95%.

VI. Literaturnachweis

1. D o n d e r s, F.C.:
Untersuchungen über den Übergang fester Moleküle in das Gefäßsystem. Zeitschrift für Rationelle Medicin, Neue Folge, 1. Band, Heidelberg 1851
2. D o n d e r s, F.C.:
Physiologie des Menschen, Leipzig 1859
3. E b e r h a r d, R.F.:
Versuch über den Übergang fester Stoffe von Darm und Haut in die Säftemasse des Körpers. Zeitschrift für Rationelle Medicin, Neue Folge, 1. Band, Heidelberg 1851
4. H e r b s t, G.:
Das Lymphsystem und seine Verrichtungen. Göttingen 1844, S. 333
5. H i r s c h, R.:
Über das Vorkommen von Stärkekörnern im Blut und im Urin. Zeitschrift für Experimentelle Pathologie und Therapie 3, 390 (1906)
6. H i r s c h, R.:
Über den Übergang corpusculärer Elemente in den Harn. Berliner Klinische Wochenzeitschrift 54 I, 331 (1908)
7. M a r f e l s und M o l e s c h o t t, J.:
Der Übergang kleiner fester Teilchen aus dem Darmkanal in den Milchsaff und das Blut. Wien. Med. Wochenzeitschrift 4, 817 (1854)
8. M ö l l e r, K.O.:
Rauschgifte und Genußmittel. Benno Schwabe und Co. Verlag, S. 115, Basel 1951
9. M ö l l e r, K.O.:
Pharmakologie. Benno Schwabe & Co. Verlag, S. 316, Basel/Stuttgart 1961
10. O e s t e r l e n, F.:
Über den Eintritt von Kohle und anderen unlöslichen Stoffen vom Darmkanal aus in die Blutmasse. Zeitschrift für Rationelle Medizin, 5. Band, Heidelberg 1846
11. V e r z à r, F.:
Aufsagung und Ausscheidung von Stärkekörnern. Biochemische Zeitschrift 34, 86 (1911)

12. V e r z à r, F.:
Parenteraler Stärkestoffwechsel. Biochemische
Zeitschrift 34, 66 (1911)
13. V e r z à r, F.:
Handbuch der normalen und pathologischen
Physiologie. Band 4, Springer, Berlin 1929
14. V o l k h e i m e r, G. and S c h u l z, F.H.:
Persorption of vegetable food particles.
Qual. Plant. Mat. veget. 17; 17-30 (1968)
15. V o l k h e i m e r, G. and S c h u l z, F.H.:
The phenomenon of persorption. Digestion 1;
213-218 (1968)
16. V o l k h e i m e r, G. and S c h u l z, F.H. et al.:
The effect of drugs on the rate of persorp-
tion. Pharmacology 1; 17-23 (1968)
17. V o l k h e i m e r, G.; S c h u l z, F.H., et al.:
Primary portal transport of persorbed starch
granules from the indestinal wall.
Med. exper. 18; 103-108 (1968)
18. V o l k h e i m e r, G.; W e n d l a n d t, H. et al.:
Beobachtungen zum Persorptions-Mechanismus.
Path. Microbiol. 31; 51-58 (1968)

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. G. V o l k h e i m e r
danke ich für die freundliche Überlassung des
Themas.

L e b e n s l a u f

Am 22. November 1941 wurde ich, Wulf Rothenbächer, als Sohn des Arztes Dr. med. Friedrich Rothenbächer und seiner Ehefrau Waltraud, geborene Schlandt, als 3. Kind in Finsterwalde geboren.

Von 1948 bis 1956 besuchte ich die Zentralschule in Doberlug-Kirchhain, wohin wir 1948 übersiedelt waren.

Vom Jahre 1956 an besuchte ich im gleichen Ort die Oberschule, die ich 1960 mit dem Abitur abschloß.

Nach einjähriger Tätigkeit im Labor des Finsterwalder Kreiskrankenhauses nahm ich 1961 das Studium der Humanmedizin an der Humboldt-Universität zu Berlin auf, und beendete es 1967 mit der Note gut.

Von Jan. 1968 bis Mai 1970 war ich als Assistent der HNO-Klinik am Städtischen Krankenhaus Berlin-Weißensee (SBZ) tätig. Nach einem Fluchtversuch in den Westen aus politischen Gründen bin ich von Mai 1970 bis Juli 1971 in der Sowjetzone inhaftiert gewesen und gelangte anschließend in den Westen.

Seit dem 15. Sept. 1971 bin ich jetzt Assistent an der HNO-Universitätsklinik Giessen.

